

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2003 年 10 月 2 日 (02.10.2003)

PCT

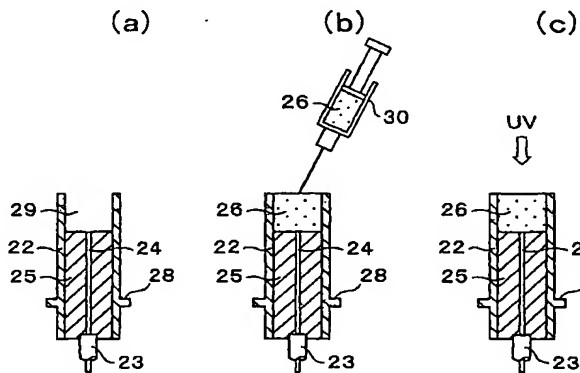
(10) 国際公開番号
WO 03/080311 A1

- (51) 国際特許分類⁷: B29C 39/12, 39/40 // 社 (NALUX CO., LTD.) [JP/JP]; 〒618-0001 大阪府 三島郡 島本町山崎 2-1-7 Osaka (JP).
B29L 11:00, B29K 101:10
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/03710 (71) 出願人 および
(22) 国際出願日: 2003 年 3 月 26 日 (26.03.2003) (72) 発明者: 實野 孝久 (JITSUNO, Takahisa) [JP/JP]; 〒562-0031 大阪府 箕面市 小野原東 5-5-1 9-3 0 4 Osaka (JP).
(25) 国際出願の言語: 日本語 (72) 発明者; および
(26) 国際公開の言語: 日本語 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 徳村 啓雨 (TOKU-MURA, Keiu) [JP/JP]; 〒544-0012 大阪府 大阪市 生野区 巽西 1-1-1 8-2 0 7 Osaka (JP).
(30) 優先権データ: 特願2002-90027 2002 年 3 月 27 日 (27.03.2002) JP (74) 代理人: 原 謙三 (HARA, Kenzo); 〒530-0041 大阪府 大阪市 北区天神橋 2 丁目北 2 番 6 号 大和南森町ビル 原謙三国際特許事務所 Osaka (JP).
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 科学技術振興事業団 (JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY CORPORATION) [JP/JP]; 〒332-0012 埼玉県 川口市 本町四丁目 1 番 8 号 Saitama (JP). ナルックス株式会社 (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.

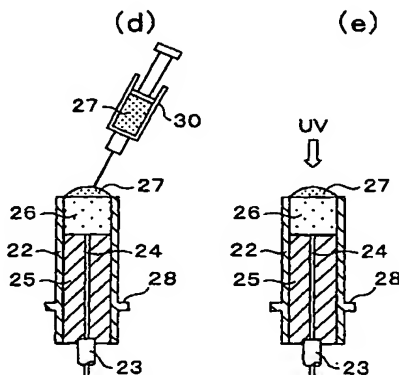
[続葉有]

(54) Title: PRODUCTION METHOD FOR OPTICAL LENS AND PRODUCTION METHOD FOR OPTICAL FIBER CONNECTOR

(54) 発明の名称: 光学レンズの製造方法および光ファイバコネクタの製造方法



(57) Abstract: A production method for an optical fiber connector comprising the first resin injecting/curing step of injecting a first resin (26) consisting of photo-curing resin or thermosetting resin into the resin injection unit (29) of a connector body (22) to cure the first resin (26), a rough lens forming step of injecting a second resin (27) consisting of photo-curing resin or thermosetting resin over the above cured first resin (26) to form a rough lens, and the lens forming step of curing the above second resin (27) to form a lens. Accordingly, it is possible to provide a production method for an optical lens that can be less affected by resin volume shrinking, and can provide a higher-precision lens surface formation and a higher-quality product.



(57) 要約: 本発明の光ファイバコネクタの製造方法は、コネクタ本体 (22) の樹脂注入部 (29) に、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第 1 樹脂 (26) を注入し当該第 1 樹脂 (26) を硬化させる第 1 樹脂注入・硬化工程と、上記硬化させた第 1 樹脂 (26) 上に、さらに、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第 2 樹脂 (27) を注入して素レンズを形成する素レンズ形成工程と、上記第 2 樹脂 (27) を硬化させてレンズを形成するレンズ形成工程とを含んでいる。これにより、樹脂の体積収縮による影響を低減し、レンズ面の形成の高精度化、製品を高品質化し得る光学レンズの製造方法を提供することができる。



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

光学レンズの製造方法および光ファイバコネクタの製造方法

技術分野

本発明は、光学レンズの製造方法に関し、特に、5～10ミクロン程
5 度の細径のコアを持つ光ファイバの端部構造としての光ファイバコネク
タに好適に用いることのできる光学レンズの製造方法および光ファイバ
コネクタの製造方法に関するものである。

背景技術

0 近年、Single-Mode 型（SM型）のガラス光ファイバが長距離幹線
系に広く利用され、この種の光ファイバを用いた情報ネットワークの構
築が目標とされている。ところで、前記SM型光ファイバは、そのコア
径が5～10ミクロンと非常に細いものであるため、光ファイバの敷設
に際しては、光ファイバを高精度に接続又は分岐する手段が必要となる。

5 そのため、例えば、図4に示すような高精度な光ファイバコネクタ1
が使用されていた。この光ファイバコネクタ1は、コネクタ本体2の端
部に、樹脂材5に埋設された光ファイバ線3のファイバー4の先端にあ
る空間部6を介して、所定形状のレンズ面7を有する微小な非球面レン
ズ8が嵌着され、光ファイバ線3のファイバー4の先端からの出力光を
20 前記非球面レンズ8により平行光としている（図4の破線参照）。

しかしながら、光ファイバ線3のコア径は5～10ミクロンと極小で
あるため、通常、非球面レンズ8には、直径が1ミリ程度のものが使用

される。したがって、直径が１ミリ程度の極小径の非球面レンズ８をコネクタ本体２に嵌め込もうとした場合、そのコネクタ本体２に挿着された光ファイバ線３と非球面レンズ８との光軸合わせが非常に困難で、光軸ずれによる品質及び信頼性の低下や製品のコストアップを招来するという問題が生じる。

この問題点を解消するため、本出願人は、日本国特許公開公報特開平９－１５４４８号公報（公開日１９９７年１月１７日）に、ＳＭ型光ファイバのようなコア径の小さい光ファイバに適用できる高精度な光ファイバコネクタおよびその製造方法を開示している。

この製造方法は、まず、図５（ａ）に示すように細径のファイバー２４を有する光ファイバ線２３の端部から導出したファイバー２４をコネクタ本体２２に挿入し、そのファイバー導出端の前方部位に紫外線硬化樹脂材２６を注入・充填する。次に、レンズ転写面２１を形成した転写体２０を前記紫外線硬化樹脂材２６の表面に押し当てた状態で、図５（ｂ）に示すように前記転写体２０を透過させた紫外線ＵＶの照射により紫外線硬化樹脂材２６を硬化させ、前記レンズ転写面２１により紫外線硬化樹脂材２６の表面にレンズ転写面２１を転写するものである。

しかしながら、上記特開平９－１５４４８号公報に記載の製造方法では、コネクタ本体２２の端部に注入・充填された紫外線硬化樹脂材２６の表面にレンズ面を形成するため、レンズ転写面２１を形成した転写体２０のような専用の治具が必要である。また、その転写体２０を紫外線硬化樹脂材２６の表面に押し当てる作業も必要である。したがって、作業工程が煩雑なものになるという問題が生じる。

そこで、この問題を解決するために、本願発明者は、日本国特許公開

公報特開 2002-23015 号公報（公開日 2002 年 1 月 23 日）
に記載の光ファイバコネクタの製造方法を開示している。この製造方法
は、図 6（a）～図 6（c）に示すように、コネクタ本体 22 の樹脂注
入部 29 に、樹脂注入器 30 を用いて先端が盛り上がるまで 1 種類の紫
外線硬化樹脂 26 を注入して素レンズを形成し、当該素レンズの波面測
定を行いながら紫外線を照射して樹脂を硬化させることにより、レン
ズ面（レンズ）を形成する方法である。

しかしながら、上記特開 2002-23015 号公報に記載のレンズ
の製造方法では、レンズの波面測定しながら紫外線照射により樹脂を硬
化させるときに、樹脂の体積収縮（重合収縮）が大きいため、硬化後の
レンズ長（すなわち、紫外線硬化樹脂の高さ）が短くなっていた。した
がって、体積収縮を予め認知して樹脂を硬化させる必要があるが、樹脂
の硬化後の体積収縮を予測することは困難である。そのため、波面測定
を行いながら樹脂を硬化させても、所望のレンズ形状が得られなかった
。具体的には、体積収縮が大きい場合、硬化前のレンズ面の形状と硬化
後のレンズ面の形状との差が大きくなる。そのため、レンズ形状を制御
することが困難であり、得られたレンズの集光特性が低いものであった
。また、内部気泡も発生し、体積収縮の原因となっていた。

このように、上記公報に記載のレンズの製造方法では、体積収縮、内
部気泡の発生などによりレンズ面の再現性が悪く、高精度にレンズ面の
形状を制御することが困難であるため、集光特性の高いレンズが得られ
ないという問題を有していた。

それゆえ、レンズ面の形状の微調整が容易であり、集光特性の向上し
た光学レンズの製造方法の開発が切望されている。

本発明は上記の課題に鑑みてなされたもので、その目的は、樹脂の体積収縮による影響を低減し、高精度にレンズ面の形成を制御し得る光学レンズの製造方法および光ファイバコネクタの製造方法を提供することにある。

発明の開示

本発明者等は、レンズ面の微調整が容易であり、集光特性の向上した光学レンズの製造方法について鋭意検討した。その結果、樹脂注入部に樹脂を注入し硬化させた後、さらに樹脂を注入し硬化させれば、体積収縮による影響が低減できることを見出し、本発明を完成させるに至った。

すなわち、本発明のレンズの製造方法は、上記の課題を解決するために、基材の樹脂注入部に、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第1樹脂を注入し当該第1樹脂を硬化させる第1樹脂注入・硬化工程と、上記硬化させた第1樹脂上に、さらに、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第2樹脂を注入して素レンズを形成する素レンズ形成工程と、上記第2樹脂を硬化させてレンズを形成するレンズ形成工程とを含むことを特徴としている。

上記の工程によれば、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第1樹脂を、樹脂注入部に注入して硬化させた後、さらに当該硬化した第1樹脂上に光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第2樹脂を注入している。すなわち、2種類の樹脂を段階的に注入して2度の注入・硬化の工程を経て、第1樹脂および第2樹脂からなるレンズを形成している。これにより、樹脂の硬化による体積収縮による影響を低減することがで

きる。したがって、容易かつ高精度にレンズ形状を制御することができる。それゆえ、集光特性が向上したレンズを製造することができる。

上記の構成において、第2樹脂の屈折率が、第1樹脂の屈折率よりも大きいことが好ましい。

上記の構成によれば、光は屈折率の小さい第1樹脂から、屈折率の大きい第2樹脂の方に抜けて屈折される。したがって、レンズ面に相当する第2樹脂の屈折率が大きければ、波面収差を小さくすることができる。その結果、高い集光特性を得ることができる。また、「第2樹脂の屈折率が第1樹脂の屈折率よりも大きい」というのは、換言すれば、「第1樹脂と第2樹脂とが異なる樹脂である」ということもできる。このように、屈折率の異なる2種類の樹脂を用いてレンズが形成されていれば、一層体積収縮を低減することができ、集光特性を向上させることができる。

また、上記第1樹脂および第2樹脂が紫外線硬化樹脂からなり、紫外線を照射することにより硬化させることが好ましい。

第1樹脂および第2樹脂として、紫外線硬化樹脂のような光硬化性樹脂を用いれば、樹脂注入部に注入した紫外線硬化樹脂に紫外線（UV）を照射するだけで樹脂を硬化させることができる。すなわち、紫外線硬化樹脂を用いた場合、紫外線照射した後、熱を加えて硬化させなくてもよい。したがって、熱硬化性樹脂を用いる場合よりも製造工程がより簡略化できる。

また、上記レンズ形成工程は、上記素レンズを透過する光の波面収差を測定し、当該波面収差がゼロに近づくような形状とすることが好ましい。

上記の構成によれば、レンズ形成工程では、素レンズを透過する光の波面収差がゼロに近づくような形状となるように、第2樹脂を硬化させている。前述のように、体積収縮による影響が低減されているので、従来のように、予め体積収縮を認知することなく第2樹脂を硬化させることができる。

本発明にかかる光ファイバコネクタの製造方法は、上記の課題を解決するために、光ファイバーの端部から導出したコアの先端に位置する樹脂注入部にレンズを形成する光ファイバコネクタの製造方法において、上記樹脂注入部に、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第1樹脂を注入し当該第1樹脂を硬化させる第1樹脂注入・硬化工程と、上記硬化させた第1樹脂上に、さらに、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第2樹脂を注入して素レンズを形成する素レンズ形成工程と、上記第2樹脂を硬化させてレンズを形成するレンズ形成工程とを含むことを特徴としている。

上記の構成によれば、前述のように、樹脂の硬化収縮による影響が低減され、ファイバー光の集光特性が向上した光ファイバコネクタを提供することができる。これにより、光ファイバを高精度に接続または分岐させることができる。

本発明のさらに他の目的、特徴、および優れた点は、以下に示す記載によって十分わかるであろう。また、本発明の利益は、添付図面を参照した次の説明で明白になるであろう。

図面の簡単な説明

図1(a)～図1(e)は、本発明の実施の一形態にかかる光ファイバ

コネクタの製造方法を説明するための概略図であり、図 1 (a) は樹脂を注入する前のコネクタ本体、図 1 (b) は図 1 (a) のコネクタ本体に第 1 樹脂を注入する様子、図 1 (c) は第 1 樹脂を UV 照射により硬化させる様子、図 1 (d) は第 1 樹脂上に第 2 樹脂を注入する様子、図 1 (e) は第 2 樹脂を UV 照射により硬化する様子、を示す断面図である。

図 2 は、本発明の実施の一形態にかかる光ファイバコネクタの断面図である。

図 3 (a) および図 3 (b) は、本発明の実施の一形態にかかる光ファイバコネクタのレンズ面と光ファイバとの光軸ずれを補正する方法を示す図であり、図 3 (a) は光ファイバコネクタのレンズ面と光ファイバとの光軸ずれ、図 3 (b) は図 3 (a) の光軸ズレの補正した様子、を示す断面図である。

図 4 は、従来の光ファイバコネクタの断面図である。

図 5 (a) および図 5 (b) は、本出願人が先に提案した光ファイバコネクタの製造方法を説明するための断面図であり、図 5 (a) は紫外線硬化樹脂材の表面にレンズ転写面を形成する前の様子、図 5 (b) は紫外線硬化樹脂材の表面にレンズ転写面を転写する様子、を示す断面図である。

図 6 (a) ～図 6 (c) は、本出願人が先に提案した別の光ファイバコネクタの製造方法を説明するための断面図であり、図 6 (a) は樹脂を注入する前のコネクタ本体、図 6 (b) はコネクタ本体に第 1 樹脂を注入する様子、図 6 (c) は第 1 樹脂を UV 照射により硬化させる様子、を示す断面図である。

図 7 (a) および図 7 (b) は、本発明の実施の一形態にかかる光ファイバ

コネクタの使用例を説明するものであり、図 7 (a) は光ファイバコネクタ同士を接続した場合の断面図であり、図 7 (b) は発信器または受信器に取り付けた場合の断面図である。

5 発明を実施するための最良の形態

本発明の実施の一形態について、図 1 (a) ~ 図 1 (e) ないし図 3 (a) (b)、および図 7 (a) および図 7 (b) に基づいて説明すれば以下の通りである。なお、本発明はこれに限定されるものではない。

1. 本発明にかかる光学レンズ

0 本発明の光学レンズの製造方法によって、製造される光学レンズは、図 2 に示される、第 1 樹脂 26 および第 2 樹脂 27 からなる光ファイバコネクタ 19 のコリメートレンズである。

5 本実施形態で製造される光ファイバコネクタ 19 は、図 2 に示すように、金属または樹脂からなるコネクタ本体 22 の一方の端部に光ファイバ線 23 の端部を配置し、光ファイバ線 23 の端部から導出されたファイバー 24 をコネクタ本体 22 に挿入して、コネクタ本体 22 のファイバー部位にエポキシ系樹脂などの樹脂材 25 を充填してファイバー 24 を埋設する。コネクタ本体 22 のもう一方の端部には、光ファイバ線 23 のファイバー 24 の先端面と接合するするように充填された第 1 樹脂 26 および第 2 樹脂 27 からなるコリメートレンズの表面（第 2 樹脂の表面）にレンズ面を形成し、光ファイバ線 23 のファイバー 24 の先端からの出力光を図中の破線矢印で示すようにレンズ面により平行光としている。なお、コネクタ本体 22 の外周には、位置決め用フランジ 28 が一体的に形成されている。また、得られる平行光（ファイバーコリメ

10

ート光)の特性は、後述するレンズの曲率、レンズ長、樹脂の屈折率、
コリメート光のビーム径により変化する。

なお、本発明の製造方法によって製造される光学レンズは、前述した
光ファイバコネクタ 19 の端部に形成されるコリメートレンズに限定さ
れるものではない。その他にも、例えば、マイクロレンズ、マイクロレ
ンズアレイなども製造することができる。

2. 本発明にかかる光学レンズの製造方法

本実施形態にかかる光ファイバコネクタ 21 の第 2 樹脂 27 のレンズ
面、すなわち、光ファイバコネクタ 19 のコリメートレンズの製造方法
は、以下に示す (a) ~ (c) の工程、すなわち、

(a) 光ファイバコネクタの樹脂注入部に、光硬化性樹脂または熱硬
化性樹脂からなる第 1 樹脂を注入し、当該第 1 樹脂を硬化させる工程 (第 1 樹脂注入・硬化工程)

(b) 上記硬化させた第 1 樹脂上に、さらに、光硬化性樹脂または熱
硬化性樹脂からなる第 2 樹脂を注入し素レンズを形成する工程 (素レン
ズ形成工程)

(c) 上記素レンズを透過する光の波面収差を測定しながら、波面収
差がゼロに近づくように上記第 2 樹脂を硬化させてレンズを形成する工
程 (レンズ形成工程)、を含んでいる。以下、(a) ~ (c) について
説明する。

(a) 第 1 樹脂注入・硬化工程

まず、図 1 (a) に示すようにコネクタ本体 22 の下方に光ファイバ
線 23 の端部を配置し、その端部から導出したファイバー 24 をコネク
タ本体 22 に挿入してコネクタ本体 22 のファイバー部位にエポキシ系

樹脂等の樹脂材 25 を充填してファイバー 24 を埋設したものを用意する。

次に、図 1 (b) に示すように、コネクタ本体 22 の前端からファイバー 24 の導出端前方に位置する樹脂注入部 29 に第 1 樹脂 26 を注射器などの樹脂注入器 30 により注入する。

続いて、図 1 (c) に示すように、光照射または熱を加えることにより、第 1 樹脂 26 を硬化させる (図 1 (c) では、紫外線照射の例)。なお、注入する第 1 樹脂 26 の量は特に限定されるものではなく、適当な量を注入すればよい。また、第 1 樹脂 26 を硬化する条件は、用いた樹脂の種類によって異なるので適宜設定すればよい。

第 1 樹脂 26 としては、例えば、紫外線硬化樹脂などの光硬化性樹脂、または熱硬化性樹脂を用いることができる。ここで、上記「光硬化性樹脂」とは、光照射によって硬化する性質を有している樹脂を意味する。また、上記「紫外線硬化樹脂」とは、紫外線 (UV) の照射により硬化する性質を有している樹脂を意味する。光硬化性樹脂は、例えば、アクリレート系化合物、エポキシ系化合物などのモノマーに、光重合開始剤を添加して製造することができる。光重合開始剤としては、アクリレート系化合物の場合、ベンゾイン、ベンゾフェノンなどのラジカル発生化合物を用いることができ、エポキシ系化合物の場合、アリルジアゾニウム、クロロホウ酸塩などのオニウム塩を用いることができる。

第 1 樹脂として紫外線硬化樹脂などの光硬化性樹脂を用いた場合、紫外線照射した後、熱を加えて硬化させなくてもよい。したがって、熱硬化性樹脂を用いる場合よりも製造工程がより簡略化できる。

第 1 樹脂 26 は、さらに、流動性がある狭小な空間へ注入すること

ができる性質を有してもよい。このような性質を有していれば、樹脂注入部 29 の樹脂注入口を下方に向けて第 1 樹脂 26 を上方に向けて注入する場合（図 1 とは逆向きに第 1 樹脂 26 を注入する場合）であっても、当該第 1 樹脂 26 が樹脂注入部 29 から落下することを防ぐことができる。

(b) 素レンズ形成工程

次に、図 1 (d) に示すように第 1 樹脂 26 上に、さらに第 2 樹脂 27 を樹脂注入器 30 により注入して、素レンズを形成する。すなわち、素レンズは、第 1 樹脂 26 および第 2 樹脂 27 から形成されている。そして、素レンズの表面、すなわち、注入された第 2 樹脂 27 の表面がレンズ面に相当する。なお、図 1 (e) などでは、第 1 樹脂 26 と第 2 樹脂 27 との境界が明確であるが、各樹脂の組成に大きな違いはないので、境界面はほとんど見られない。

第 2 樹脂 27 の注入量は、コネクタ本体 22 の先端（樹脂注入部 29 の高さ）よりも高くなるまで注入すればよい。これにより、注入した第 2 樹脂 27 の自重および表面張力によって、第 2 樹脂 27 の表面が凸状となり、素レンズが形成される。

このように、第 1 樹脂 26 および第 2 樹脂 27 からコリメートレンズが構成されている。そして、第 1 樹脂 26 から第 2 樹脂 27 の表面（レンズ面）までがレンズ長に相当する。したがって、レンズ長は第 1 樹脂 26 および第 2 樹脂 27 の注入量に依存する。

なお、第 2 樹脂 27 も、第 1 樹脂 26 と同様、光硬化樹脂および熱硬化性樹脂を用いることができる。前述のように、第 2 樹脂として紫外線硬化樹脂を用いた場合、熱硬化性樹脂を用いる場合よりも製造工程がよ

り簡略化できる。

ここで、第 1 樹脂 2 6 と第 2 樹脂 2 7 との屈折率の差が大きいことが好ましく、第 2 樹脂 2 7 の屈折率が第 1 樹脂 2 6 の屈折率よりも大きいことがより好ましい。第 2 樹脂 2 7 の表面がレンズ面に相当するので、ファイバー 2 4 からの出力光は屈折率の小さい第 1 樹脂 2 6 から屈折率の大きい第 2 樹脂 2 7 を抜けて屈折される。屈折率の小さい方から大きい方に光が抜けると、光が屈折され集光するには有利に作用する。したがって、第 2 樹脂 2 7 の屈折率が第 1 樹脂 2 6 の屈折率より大きければ、波面収差を小さくでき集光特性が向上する。なお、第 1 樹脂 2 6 および第 2 樹脂 2 7 には、屈折率を上昇させるための試薬（例えば、ハロゲン化合物（好ましくは臭素）を含むモノマーなど）が添加されたものであってもよい。

第 2 樹脂 2 7 として表面張力が大きい樹脂を用いた場合、第 2 樹脂 2 7 の表面は曲率が小さな凸状となる。すなわち、レンズ面の曲率が小さいレンズを形成することができる。逆に、第 2 樹脂として表面張力が小さい樹脂を用いた場合、第 2 樹脂の表面は曲率が大きな凸状となる。すなわち、レンズ面の曲率が大きいレンズを形成することができる。

また、第 2 樹脂 2 7 は、前述のように、流動性があって狭小な空間へ注入することができる性質を有していてもよい。このような性質を有していれば、樹脂注入部 2 9 の樹脂注入口を下方に向けて第 2 樹脂 2 7 を上方に向けて注入した場合であっても、当該第 2 樹脂 2 7 が樹脂注入部 2 9 から落下することを防ぐことができる。

(c) レンズ形成工程

続いて、工程 (b) によって形成された素レンズを透過する光の波面

収差を測定しながら、第2樹脂27を硬化させてレンズ面（第2樹脂27の表面）とすると共にレンズを形成する。波面収差の測定方法としては、公知の測定方法を適用することができる。例えば、シャックハルトマン波面計測器を利用することができる。シャックハルトマン波面計測器の原理は、多数のマイクロレンズを配置したレンズアレイと、当該レンズアレイの各マイクロレンズによる測定光のそれぞれの結像位置を記録するカメラなどで構成される。マイクロレンズは、測定光線の形状に合わせて空間分解能の高いものやダイナミックレンジの広いものを選定すればよい。シャックハルトマン波面計測器内のレンズアレイでは、それぞれのマイクロレンズの焦点位置に点像を結び、その出力光（測定光）の結像位置をカメラにより記録する。

ここで、シャックハルトマン波面計測器では、所望のレンズ面の基準データに基づいてマイクロレンズによる結像位置が予め設定されている。したがって、その基準データによる結像位置と出力光（測定光）の結像位置との差、つまり、結像位置のずれ（ずれ量とずれ方向）は、波面の傾きに対応していることから波面を測定することができる。

また、光ファイバ線23と、第1樹脂26と硬化前の第2樹脂27とからなる素レンズとの間で光軸がずれている場合、例えば、図3（a）に示すように、理想的なレンズ面（第2樹脂27の表面）の光軸N（コネクタ本体の軸心）に対して、光ファイバ線23の光軸がずれていると、光ファイバ線23を透過して第1樹脂26および第2樹脂27を介して素レンズから出射される平行光Mが理想的な素レンズの光軸Nと角度をなして交差する。その結果、波面測定器32に斜め方向から入射することになる。ここで、「理想的な素レンズ」とは、波面収差が限りなく

ゼロに近い形状ということもできる。

そこで、理想的な素レンズの光軸Nに対して光ファイバ線23の光軸がずれている場合には、図3(b)に示すように、コネクタ本体22および波面測定器32を光軸Nに対して上方(図3(b)の矢印方向)に姿勢制御することにより、素レンズを形成する第2樹脂27をその自重により流動させて、その形状を調整することができる。これにより、形状が調整された素レンズから出射される平行光Mが理想的な素レンズの光軸Nと平行になる。素レンズから出射される平行光Mが理想的な素レンズの光軸Nと平行であれば、波面計測器32に正規の方向から入射することになる。その結果、素レンズの波面収差の測定に際して、素レンズの形状を調整して光軸のずれを補正することができる。

このようにして、素レンズの波面測定および光軸の補正を行った後、第2樹脂27の種類に基づいて光照射または熱を加えることによって第2樹脂27を硬化させる。これにより、レンズ面(第2樹脂27の表面)が形成され、光学レンズが完成する。

以上のようにして、光ファイバコネクタ21を製造することができる。本製造方法では、第1樹脂26および第2樹脂27から構成されるレンズが、2段階で注入される。その結果、従来のように1種類の樹脂を1段階で注入した場合と比較すると、樹脂の硬化後に見られる体積収縮を抑制することができる。したがって、第2樹脂27の硬化によるレンズ表面の形状の変化を小さくすることができる。すなわち、レンズ形状の曲率の変化を小さくすることができる。また、波面収差がゼロに近づくような形状に第2樹脂27を硬化させているため、集光特性を向上させることができる。

なお、このようにして製造した光ファイバコネクタ 19 は、例えば、
図 7 (a) および図 7 (b) のようにして利用することができる。図 7
(a) は、前述した光ファイバコネクタ 19 とほぼ同一の構造の光ファイ
バコネクタ 41 とを接続した状態を示したものである。光ファイバコ
ネクタ 41 は、光ファイバ 19 と連結するための連結部 40 を有してい
る。したがって、光ファイバコネクタ 41 の連結部 40 に光ファイバコ
ネクタ 19 を内挿すれば、二つの光ファイバコネクタ 19 および 41 が
、レンズ面（第 2 樹脂 27 の表面）および 47 間での平行光を介して同
軸的に接続される。

また、図 7 (b) のように、光ファイバコネクタ 19 と受光素子 51
とが接続されていてもよい。図 7 (b) のように、発信器または受信器
52 に内蔵された受光素子 51 の取り付け部位には、連結部 50 が形成
されている。発信器または受信器 52 の連結部 50 に光ファイバコネク
タ 19 を内挿すれば、光ファイバコネクタ 19 がレンズ面（第 2 樹脂 2
7 の表面）での平行光を介して受光素子 51 と光学的に接続される。

以上のように、本実施形態では、第 1 樹脂および第 2 樹脂の 2 段階（
2 工程）で樹脂を注入してレンズを形成しているが、注入する樹脂は、
2 段階に限らずそれ以上の樹脂を用いることもできる。この場合、最後
に注入した樹脂を、前述したような波面収差を測定しながら硬化させれ
ばよい。

また、本実施形態では、光ファイバコネクタ 21 に用いる光学レンズ
の製造方法について説明したが、光ファイバ以外の光学レンズを製造す
ることも可能である。具体的には、樹脂注入部に第 1 樹脂を注入して硬
化させた後、第 2 樹脂を注入して波面収差を測定しながら、当該波面収

差がゼロに近づくような形状にレンズ面の形状を調整して第2樹脂を硬化させれば、種々の光学レンズを製造することができる。

また、本発明の製造方法を用いて、市販のフェルールの形状に合わせてファイバーを付けるフェルール本体部とキャップ部とレンズ部とからなる、コリメートレンズ付フェルールも製造することができる。

〔実施例〕

以下、実施例に基づいて、本発明をより詳細に説明する。なお、本発明はこれに限定されるものではない。

〔実施例1〕

まず、光ファイバコネクタの樹脂注入部に第1樹脂として紫外線硬化樹脂MP121（硬化樹脂屈折率；1.55、三菱レーヨン社製）を注入した後、紫外線を照射し第1樹脂を硬化させた。次に、第1樹脂上にさらに第2樹脂として紫外線硬化樹脂UT1059（硬化樹脂屈折率；1.58、三菱レーヨン社製）を注入し素レンズを形成した。続いて、素レンズを透過する光の波面収差をシャックハルトマン波面計測器によって測定しながら、波面収差がゼロに近づいたところで紫外線を照射して第2樹脂を硬化させて光ファイバコネクタのコリメートレンズを製造した。得られたコリメートレンズの波面収差は 1λ 以下（ λ ：1.3 μ m）であり、レンズ長は2.8mmであった。なお、硬化前と硬化後のコリメートレンズの波面収差にはほとんど差が見られなかった。

〔実施例2〕

第1樹脂および第2樹脂として紫外線硬化樹脂MP121（硬化樹脂屈折率；1.55、三菱レーヨン社製）を用いた以外は、実施例1と同様の方法で光ファイバコネクタのコリメートレンズを製造した。得られ

たコリメートレンズの波面収差は約 2λ であり、レンズ長は 2.8 mm であった。なお、硬化前と硬化後のコリメートレンズの波面収差にはほとんど差が見られなかった。

〔比較例〕

5 第1樹脂として紫外線硬化樹脂MP121（硬化樹脂屈折率；1.55、三菱レーヨン社製）を用い、第1樹脂単独でレンズを形成する以外は、実施例1とほぼ同様の方法により、光ファイバコネクタのコリメートレンズを製造した。得られたコリメートレンズのレンズ長は 2.56 mm であり、体積収縮により実施例1の場合と比較するとレンズ長が8
0 %短いものとなった。また、得られたコリメートレンズの波面収差は約 5λ であった。なお、硬化後のコリメートレンズの波面収差は約 4λ であった。

尚、発明を実施するための最良の形態の項においてなした具体的な実施態様または実施例は、あくまでも、本発明の技術内容を明らかにする
5 ものであって、そのような具体例にのみ限定して狭義に解釈されるべきものではなく、本発明の精神と次に記載する特許請求の範囲内で、いろいろと変更して実施することができるものである。

産業上の利用の可能性

20 本発明にかかるレンズの製造方法は、以上のように、樹脂注入部に、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第1樹脂を注入し当該第1樹脂を硬化させる第1樹脂注入・硬化工程と、上記硬化させた第1樹脂上に、さらに、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第2樹脂を注入して素レンズを形成する素レンズ形成工程と、上記第2樹脂を硬化させ

てレンズを形成するレンズ形成工程とを含む構成である。

それゆえ、体積収縮による影響が低減されているので、従来のように、予め体積収縮を認知することなく第2樹脂を硬化させることができる。それゆえ、容易にレンズ形状を制御することができるので、集光特性が向上したレンズを製造することができるという効果を奏する。

請 求 の 範 囲

1. 基材の樹脂注入部に、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第1樹脂を注入し当該第1樹脂を硬化させる第1樹脂注入・硬化工程と、

5 上記硬化させた第1樹脂上に、さらに、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第2樹脂を注入して素レンズを形成する素レンズ形成工程と、

上記第2樹脂を硬化させてレンズを形成するレンズ形成工程とを含むことを特徴とする光学レンズの製造方法。

0 2. 上記第2樹脂の屈折率が、上記第1樹脂の屈折率よりも大きいことを特徴とする請求項1に記載の光学レンズの製造方法。

3. 上記第1樹脂および第2樹脂が紫外線硬化樹脂からなり、紫外線を照射することにより硬化させることを特徴とする請求項1または2に記載の光学レンズの製造方法。

5 4. 上記レンズ形成工程は、上記素レンズを透過する光の波面収差を測定し、当該波面収差がゼロに近づくような形状とすることを特徴とする請求項1、2、または3に記載の光学レンズの製造方法。

5. 光ファイバの端部から導出したコアの先端に位置する樹脂注入部にレンズを形成する光ファイバコネクタの製造方法において、

20 上記樹脂注入部に、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第1樹脂を注入し当該第1樹脂を硬化させる第1樹脂注入・硬化工程と、

上記硬化させた第1樹脂上に、さらに、光硬化性樹脂または熱硬化性樹脂からなる第2樹脂を注入して素レンズを形成する素レンズ形成工程と、

上記第2樹脂を硬化させてレンズを形成するレンズ形成工程とを含むことを特徴とする光ファイバコネクタの製造方法。

1/7

図 1 (a)

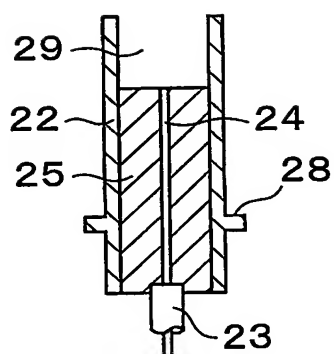


図 1 (b)

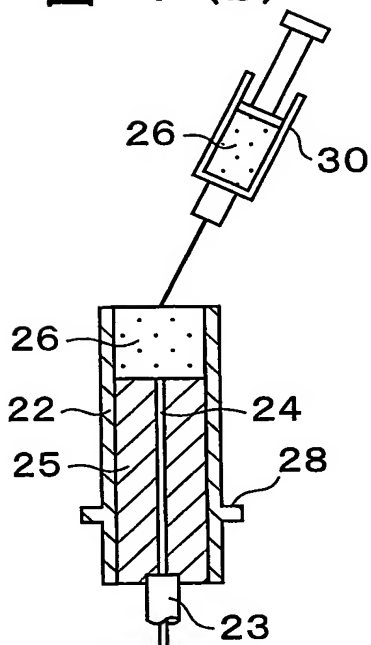


図 1 (c)

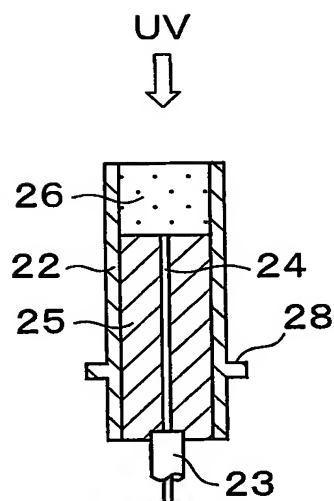


図 1 (d)

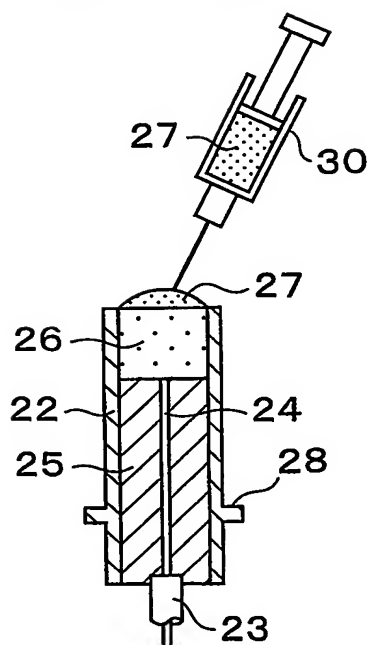
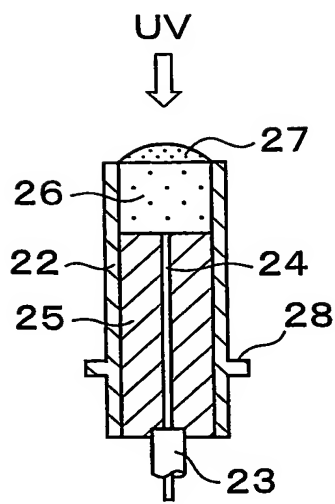


図 1 (e)



2/7

図 2

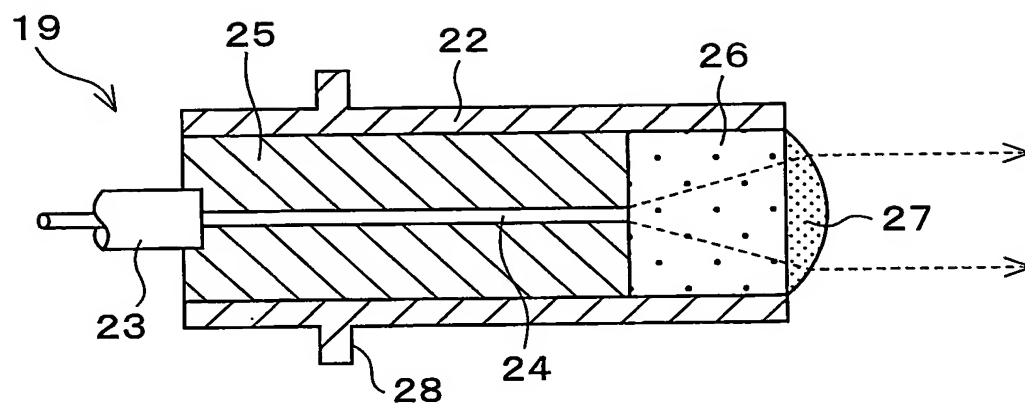


図 3 (b)

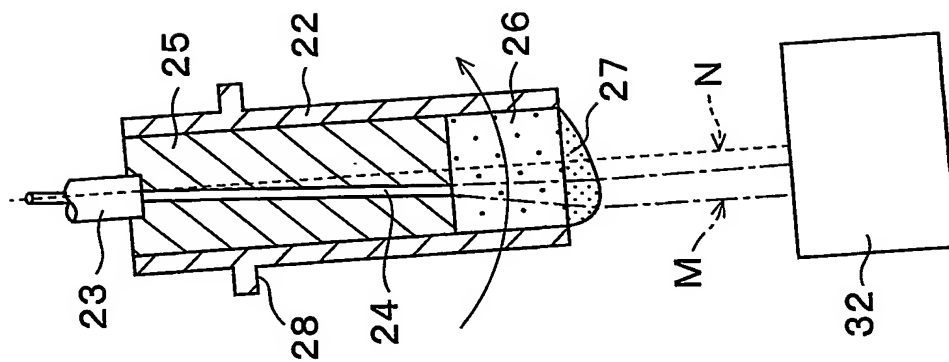


図 3 (a)

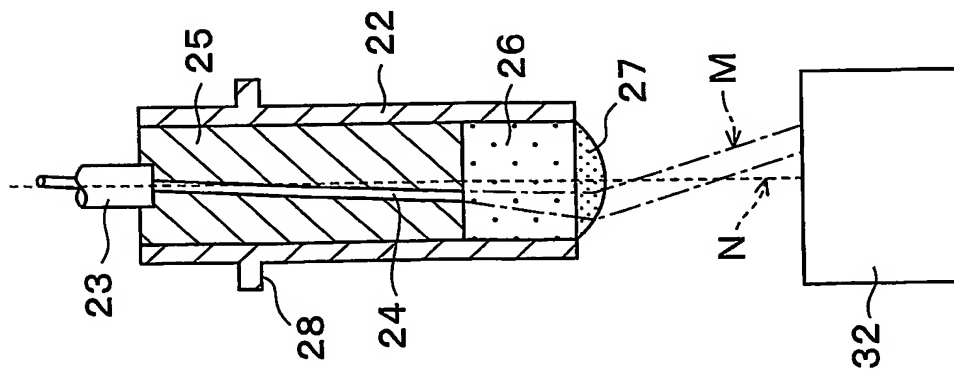
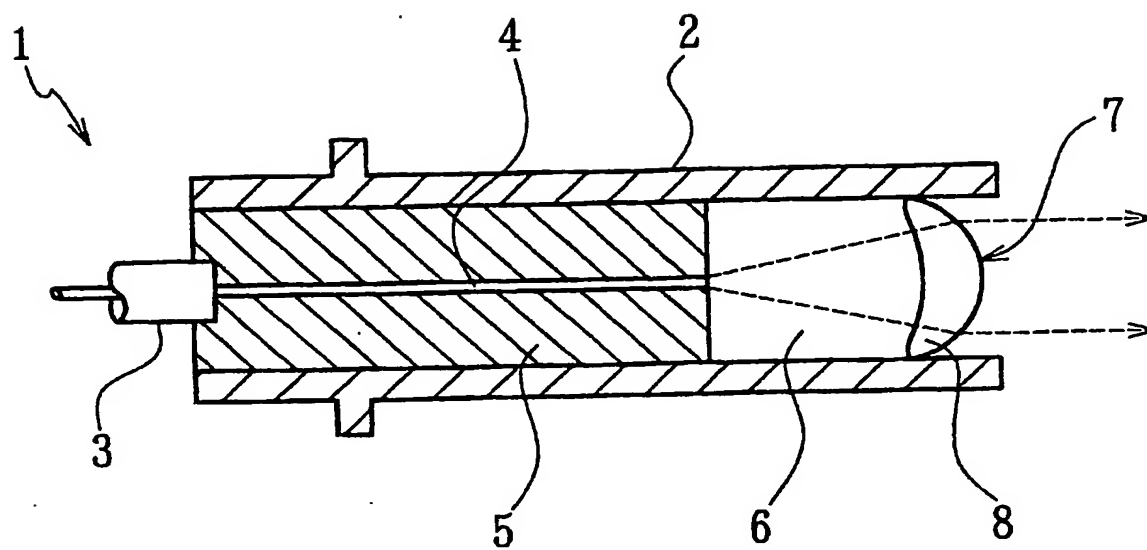


図 4



5/7

図 5 (a)

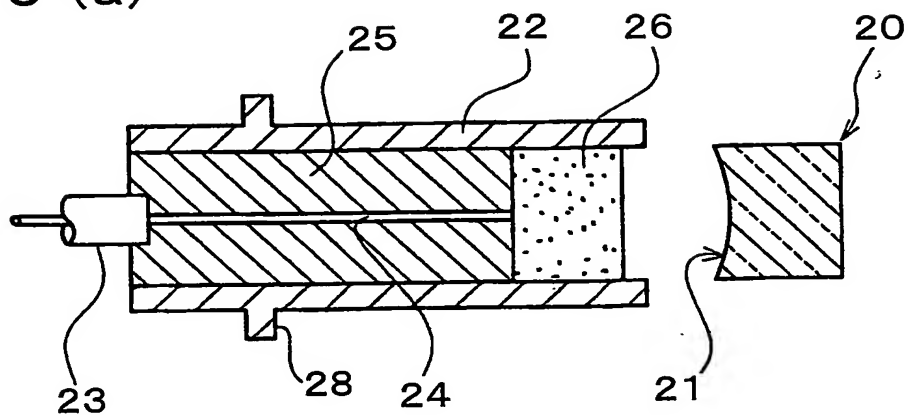
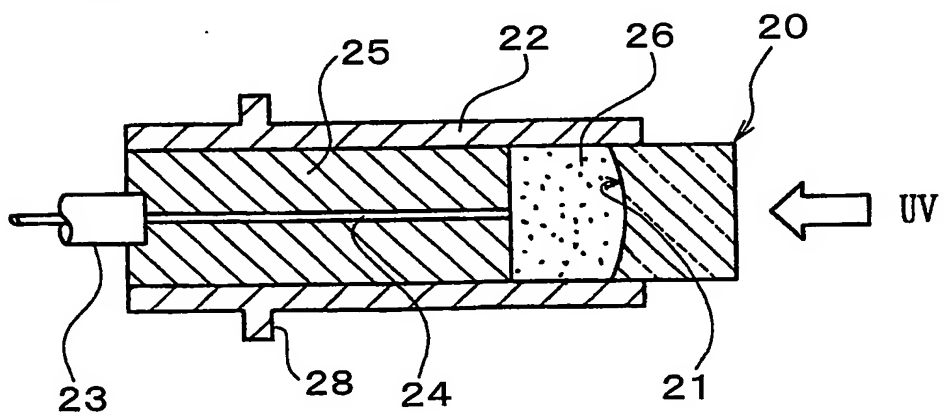


図 5 (b)



6/7

図 6 (a)

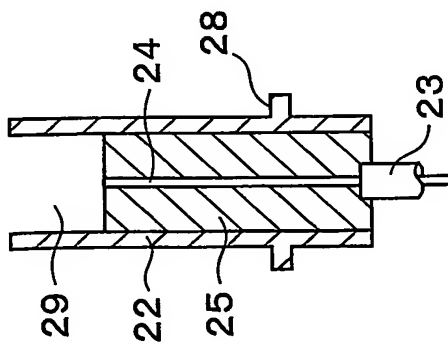


図 6 (b)

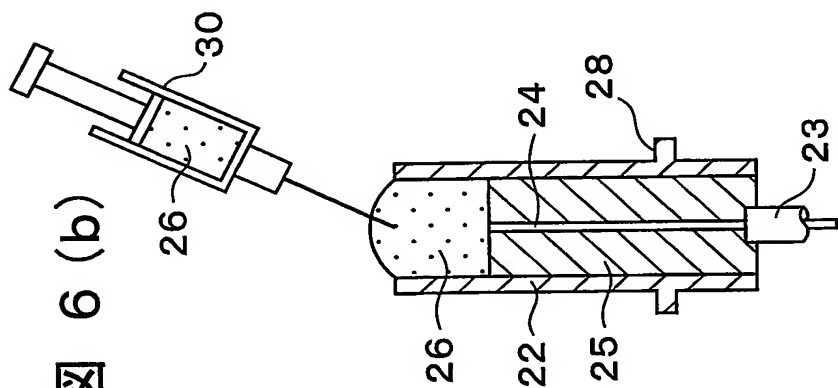
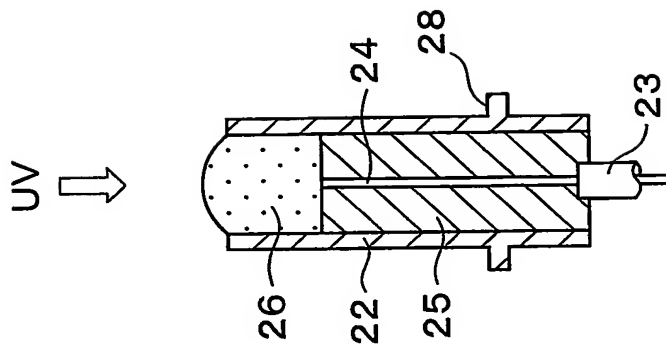


図 6 (c)



7/7

図 7 (a)

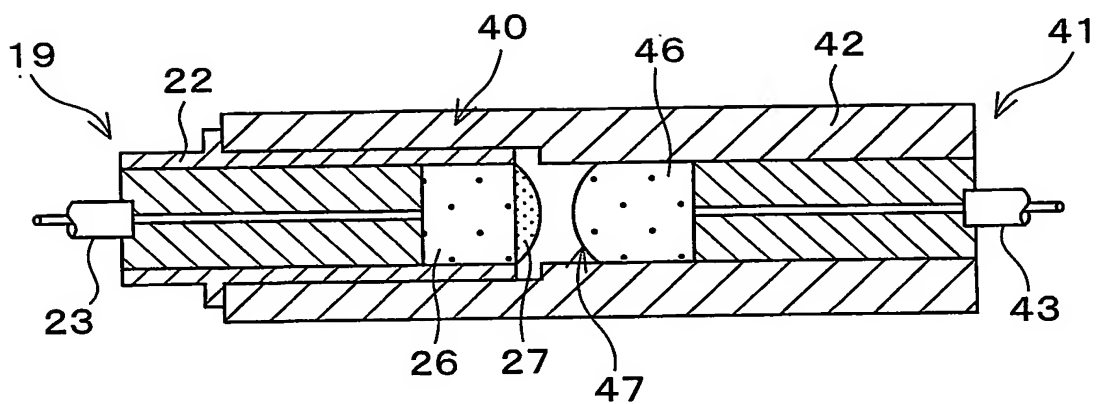
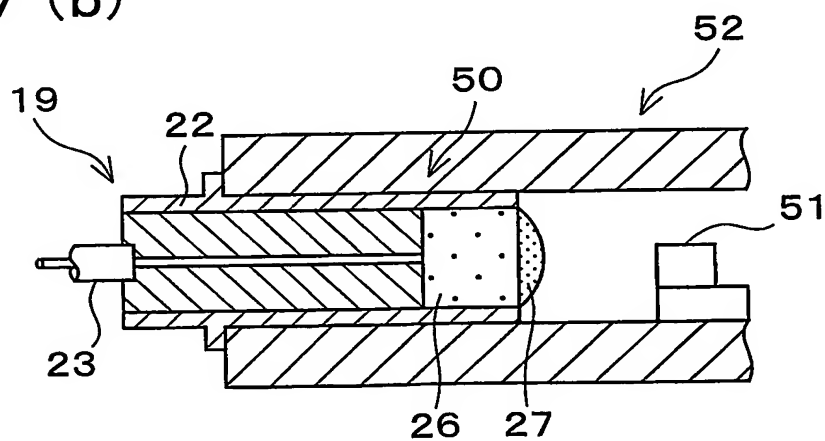


図 7 (b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PC P03/03710

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ B29C39/12, B29C39/40 // B29L11:00, B29K101:10

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B29C39/00-39/44, B29D11/00-11/02, G02B3/00, G02B6/36,
G02B6/32, G02B6/42

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
<u>X</u>	EP 1054270 A1 (MAIKUROOPUTO CO., TLD.), 23 January, 1998 (23.01.98), Claim 2; Figs. 10 to 14 & JP 10-39112 A & WO 99/38035 A1	<u>1-4</u>
<u>X</u> <u>Y</u>	JP 6-254868 A (Canon Inc.), 12 September, 1994 (12.09.94), Claims; Par. Nos. [0011] to [0013]; Fig. 1 (Family: none)	<u>1, 3, 4</u> <u>5</u>
<u>X</u>	EP 726138 A1 (KUREHA KAGAKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA), 02 February, 1996 (02.02.96), Claim 1; page 4, lines 15 to 57; Figs. 1 to 6 & JP 8-216271 A & CA 2169203 A	<u>1, 4</u>

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 June, 2003 (10.06.03)Date of mailing of the international search report
24 June, 2003 (24.06.03)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/03710

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
<u>Y</u>	JP 2001-141955 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 25 May, 2001 (25.05.01), Par. No. [0011]; Fig. 1 (Family: none)	<u>5</u>
<u>A</u>	JP 2002-23015 A (Nippon Aspherical Lens Co., Ltd.), 23 January, 2002 (23.01.02), Claims; Fig. 1 (Family: none)	<u>2</u>

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. B 29 C 39 / 12, B 29 C 39 / 40
 // B 29 L 11 : 00, B 29 K 101 : 10

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. B 29 C 39 / 00 - 39 / 44, B 29 D 11 / 00 - 11 / 02,
 G 02 B 3 / 00, G 02 B 6 / 36, G 02 B 6 / 32, G 02 B 6 / 42

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
<u>X</u>	EP 1 054 270 A1 (MAIKUROOPUTO CO., LTD.) 1998. 01. 23, 請求項2, 図10-14 & JP 10-39112 A & WO 99/38035 A1	<u>1-4</u>
<u>X</u> <u>Y</u>	JP 6-254868 A (キャノン株式会社) 1994. 09. 12, 特許請求の範囲, 段落【0011】 - 【0013】, 図1 (ファミリーなし)	<u>1, 3, 4</u> <u>5</u>

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリ

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10. 06. 03

国際調査報告の発送日

24.06.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

井上 雅博

4 F

3034

電話番号 03-3581-1101 内線 3430

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
<u>X</u>	EP 726138 A1 (KUREHA KAGAKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA) 1996. 02. 02, 請求項1, 第4頁15-57行, 図1-6 & JP 8-216271 A & CA 2169203 A	<u>1, 4</u>
<u>Y</u>	JP 2001-141955 A (旭硝子株式会社) 2001. 05. 25, 段落【0011】, 図1 (ファミリーなし)	<u>5</u>
<u>A</u>	JP 2002-23015 A (日本非球面レンズ株式会社) 2002. 01. 23, 特許請求の範囲, 図1 (ファミリーなし)	<u>2</u>